

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06204776 A**

(43) Date of publication of application: **22.07.94**

(51) Int. Cl.

**H03H 3/02**  
**H01L 21/306**  
**H03H 9/17**  
**// H01L 41/24**

(21) Application number: **04349647**

(22) Date of filing: **28.12.92**

(71) Applicant: **OKI ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **KASAGI MASAKATSU**  
**MORIMOTO SHIGEYUKI**  
**UU HOKU HOA**  
**SAKAMOTO NOBUYOSHI**

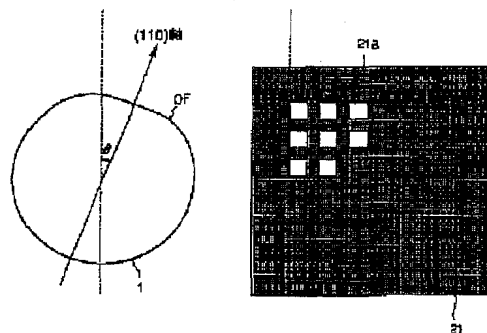
### (54) MANUFACTURE OF PIEZOELECTRIC THIN FILM VIBRATOR

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To easily form a piezoelectric thin film vibrator on the surface of a silicon wafer with a simple manufacture process being a photolithography process for one side of the wafer only without forming a sacrificial film.

**CONSTITUTION:** In the process of forming the piezoelectric thin film vibrator by applying anisotropic etching of a (100) Si wafer 1, when the (100) Si wafer 1 is subjected to anisotropic etching, a glass mask 21 is used to form an etching mask pattern on a rear side of the (100) Si wafer 1 so that one side of a rectangular opening has an angle  $\theta$ ; (e.g. 20-45 °) with respect to a (110) axis of the (100) Si wafer 1. The anisotropic etching is applied by using the mask pattern and a hole used to mount the piezoelectric thin film vibrator is made to the (100) Si wafer 1.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-204776

(43)公開日 平成6年(1994)7月22日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H 3/02	B	7719-5 J		
H 0 1 L 21/306	B	9278-4M		
H 0 3 H 9/17		7719-5 J		
// H 0 1 L 41/24				
		9274-4M	H 0 1 L 41/ 22	Z
			審査請求 未請求	請求項の数 1 (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平4-349647

(22)出願日 平成4年(1992)12月28日

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社  
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 笠置 昌克

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72)発明者 森本 茂行

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72)発明者 ウー・ ホク・ホア

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 柿本 恭成

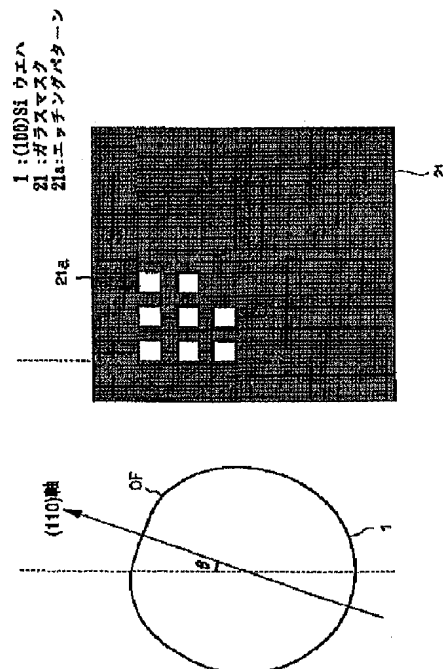
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電薄膜振動子の製造方法

(57)【要約】

【目的】 犠牲膜を形成することなしに、ウエハ片面だけのフォトリソ工程という簡単な製造プロセスで、容易にSiウエハ表面に圧電薄膜振動子を形成する。

【構成】 (100) Siウエハ1の異方性エッチングを行って圧電薄膜振動子を形成する工程において、(100) Siウエハ1を異方性エッチングする際に、ガラスマスク21を用い、矩形開口部の一辺が(100) Siウエハ1の(110)軸と角度 $\theta$ (例えば、 $20^\circ \sim 45^\circ$ )をなすように該(100) Siウエハ1の裏面にエッチング用マスクパターンを形成し、このマスクパターンを用いて異方性エッチングを行い、該(100) Siウエハ1内に圧電薄膜振動子を架設するための穴を形成する。



本発明の実施例の(100)Siウエハの縦断面とエッチングパターンとの位置関係

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (100) Siウエハの片面に、エッチング用の矩形開口部を有するエッチング用マスクパターンを形成し、

前記エッチング用マスクパターンを用い、前記(100) Siウエハに対する異方性エッチングを行って該(100) Siウエハに穴を形成し、

前記穴上に電極付きの圧電薄膜を架設形成する圧電薄膜振動子の製造方法において、

エッチング用マスク材である絶縁膜に前記エッチング用の矩形開口部を形成する場合に、該矩形開口部の一辺が前記(100) Siウエハの(110)軸と0でない角度をなすように前記エッチング用マスクパターンを形成し、このエッチング用マスクパターンを用いて前記異方性エッチングを行うことを特徴とする圧電薄膜振動子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧力／電気変換機能を有する圧電薄膜振動子の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、このような分野の技術としては、例えば次のような文献に記載されるものがあった。

文献；ピアールオーシ オブ アイイーイー マイクロ エレクトロメカニカル システム ワークショップ (Proc. of IEEE Micro Electro Mechanical System Workshop) (1991) (米) A.Koide, et al "Simulation of two-dimensional etch profile of silicon during orientation-dependent anisotropic etching" P. 216 -220

図2は、従来の圧電薄膜振動子の一構成例を示す断面構造図である。この圧電薄膜振動子では、(100) Siウエハがダイシング(分割)された(100) Si基板1aを有し、その両面にSiO<sub>2</sub>からなる酸化膜2、3が形成されている。基板裏面の酸化膜3には、それに形成された開口部を介して異方性エッチングが行われ、穴4が形成されている。基板表面の酸化膜2上には、Auからなる下部電極5が形成され、その上に、ZnOからなる圧電薄膜6を介して、Auからなる上部電極7が形成されている。この種の圧電薄膜振動子では、圧電薄膜6が振動可能な構造になっているため、該圧電薄膜6が圧力／電気変換動作を行う。

【0003】図3及び図4は、図2に示す構造の従来の圧電薄膜振動子の製造方法の一例を示す製造プロセス図である。この圧電薄膜振動子の製造プロセスは、ステップ(1)～(11)の工程からなり、(100) Siウエハ1の異方性エッチングを利用し、基板裏面から該(100) Siウエハ1をエッチングして圧電薄膜振動子(ダイヤフラム)を形成するようになっている。以下、その各ステップ(1)～(11)を説明する。

【0004】まず、図3のステップ(1)において、

(100) Siウエハ1の両面に酸化膜2、3を形成し、ステップ(2)で、基板裏面の酸化膜3上にレジスト10を塗布する。ステップ(3)において、エッチングパターン11aが形成されたガラスマスク11を、レジスト10上に位置合わせし、紫外光(UV)または深い紫外光(Deep UV Light)Hを照射し、該レジスト10を露光する。露光後、ステップ(4)で、レジスト10を現像し、レジストパターン10aを形成する。そして、レジストパターン10aを用いて基板裏面の酸化膜3をエッチングし、エッチング用マスクパターン3aを形成する。次に、図4のステップ(6)で、不必要になったレジストパターン10aを除去し、マスクパターン3aを用いて(100) Siウエハ1を異方性エッチングして穴4を形成する。そして、基板表面の酸化膜2上に下部電極5を選択的に形成し、その上に、ステップ(9)で圧電薄膜6を形成し、さらに該圧電薄膜6上に、ステップ(10)で上部電極7を形成する。最後に、ステップ(11)で、(100) Siウエハ1をダイシングして複数の(100) Si基板1aに分離すれば、図2の圧電薄膜振動子の製造が完了する。ところが、図3及び図4に示すような製造プロセスでは、次のような欠点(a)～(c)があった。

【0005】(a) (100) Siウエハ1に穴4を開けてしまうので、該(100) Siウエハ1の機械的強度が小さくなり、製造工程中での破損が増える。

(b) 機械的強度を上げるために、(100) Siウエハ1を厚くすると、異方性エッチングに要する時間が増加する。

(c) (100) Siウエハ1の両面でのマスクアライメントが必要であるため、基板両面の鏡面研磨や両面アライナ等の特殊な装置が必要になる等の欠点がある。

そこで、従来はこれらの欠点を除去するため、(100) Siウエハ1の片面だけのエッチングで圧電薄膜振動子を形成する方法が提案されている。図5～図12にその製造プロセスを示す。この図5～図10に示す従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスは、ステップ

(1)～(19)の工程からなる。そのうち、図5のステップ(1)～(5)、及び図6のステップ(6)までは、従来の図3のステップ(1)～(5)、及び図4のステップ(6)までと同一であり、それ以降の処理内容が異なっている。

【0006】即ち、図6のステップ(7)において、(100) Siウエハ1の異方性エッチングを途中で終了し、該ウエハ1上に形成された穴4aを、ステップ(8)で、ZnOのように弱酸等で容易に溶解、除去できる物質からなる犠牲層12で埋める。そして、図7のステップ(9)で、犠牲層12をパターニングし、その上に、ステップ(10)でSi酸化膜またはSi窒化膜(以下、単に酸化膜という)13を堆積する。

【0007】次に、図8のステップ(11)で、酸化膜13上に下部電極5を形成し、その下部電極5上に、ステップ(12)で圧電薄膜6を形成し、さらにその圧電薄膜6上に、図9のステップ(13)で上部電極7を形成する。図9のステップ(14)で、基板裏面にレジスト14を塗布し、図10のステップ(15)で、そのレジスト14をパターンニングしてレジストパターン14aを形成する。ステップ(16)において、レジストパターン14aを用いて酸化膜13をエッチングし、さらに図11のステップ(17)で、穴4aに埋めた犠牲層12を除去する。その後、図11のステップ(18)で、不必要になったレジストパターン14aを除去し、図12のステップ(19)で、(100) Siウエハ1をダイシングして複数の(100) Si基板1aに分離すれば、図2の圧電薄膜振動子の製造が完了する。図13は、(100) Siの異方性エッチング用マスクパターン3aを形成するとき用いられるガラスマスク11におけるエッチングパターン11aのアライメント方法を示す図、つまり(100) Siウエハ1の結晶軸とガラスマスク11上のエッチングパターン11aとの位置関係を示す図である。図13において、(100) Siウエハ1には、オリフラOFが形成されている。このアライメント方法では、ガラスマスク11上の矩形のエッチングパターン11aの一边が、(100) Siウエハ1の(110)方向に平行になるようにアライメントし、露光する。このアライメント方法で、(100) Siウエハ1の表面に形成された酸化膜3に矩形の開口部を形成し、例えばKOH溶液( $\text{KOH } 750\text{g} + \text{H}_2\text{O } 1500\text{ml}$ ,  $70^\circ\text{C}$ )で、(100) Siウエハ1を異方性エッチングすると、エッチング終了後の圧電薄膜振動子部分の断面が図14のようになる。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の図5～図12に示す圧電薄膜振動子の製造方法では、犠牲層12を堆積する工程(図6のステップ(8))、必要な部分にだけ犠牲層12を残すためのフォトリソ工程(図7のステップ(9))、及び犠牲層12を除去する工程(図11のステップ(17))等が必要であり、圧電薄膜振動子の製造プロセスが複雑になるという問題があった。本発明は、前記従来技術が持っていた課題として、犠牲層の形成によって圧電薄膜振動子の製造プロセスが複雑になるという点について解決し、容易に基板上に圧電薄膜振動子を形成する圧電薄膜振動子の製造方法を提供するためである。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するために、(100) Siウエハの片面に、エッチング用の矩形開口部を有するエッチング用マスクパターンを形成し、前記エッチング用マスクパターンを用い、前記(100) Siウエハに対する異方性エッチングを

行って該(100) Siウエハに穴を形成し、前記穴上に電極付きの圧電薄膜を架設形成する圧電薄膜振動子の製造方法において、次のような手段を講じている。即ち、本発明では、エッチング用マスク材である絶縁膜(例えば、Si酸化膜またはSi窒化膜)に前記エッチング用の矩形開口部を形成する場合に、該矩形開口部の一边が前記(100) Siウエハの(110)軸と0でない角度をなすように前記エッチング用マスクパターンを形成し、このエッチング用マスクパターンを用いて前記異方性エッチングを行うようにしている。

#### 【0010】

【作用】本発明によれば、矩形開口部の一边が(100) Siウエハの(110)軸と0でない適当な角度(例えば、 $20^\circ \sim 45^\circ$ )をなすようにマスクパターンを形成し、そのマスクパターンを用いて(100) Siウエハに対する異方性エッチングを行うと、その異方性エッチングが該マスクパターンの下にまわり込んで進行し、適当な深さの穴が形成される。これにより、従来のような犠牲層を形成することなしに、簡単な製造プロセスで、圧電薄膜振動子の形成が行える。従って、前記課題を解決できるのである。

#### 【0011】

【実施例】図15～図19は、本発明の実施例の製造方法を示すもので、例えば従来の図2の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。本実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセスは、ステップ(1)～(11)の工程からなる。従来の方法と基本的に異なる点は、エッチング用マスクパターンの形成の際のアライメント方法が異なることと、そのエッチング用マスクパターンを用いた以降の圧電薄膜振動子の製造プロセスが異なることである。以下、それらの製造プロセスを説明する。図2の圧電薄膜振動子を製造する場合、まず、図15のステップ(1)で、従来と同様に、(100) Siウエハ1の両面に、絶縁膜として例えばSi酸化膜あるいはSi窒化膜(以下、単に酸化膜という)2、3を形成し、ステップ(2)で、その基板裏面の酸化膜3上にレジスト20を塗布する。

【0012】次に、ステップ(3)において、従来とは異なる図1に示すようなガラスマスク21を用いてレジスト20の露光が行われる。図1は、(100) Siの異方性エッチング用マスクパターンの形成に用いられるガラスマスク21におけるエッチングパターン21aのアライメント方法、即ち(100) Siウエハ1の結晶軸とガラスマスク21上のエッチングパターン21aとの位置関係を示す図である。このアライメント方法では、ガラスマスク21上の矩形のエッチングパターン21aの一边が、(100) Siウエハ1の(110)軸方向と角度 $\theta$ (例えば、 $20^\circ \sim 45^\circ$ )をなすようにアライメントする。このようなガラスマスク21をレジスト20上にマスク合わせし、紫外光(UV)または深

10

20

30

40

50

い紫外光 (Deep UV Light) Hを照射し、該レジスト20を露光する。露光後、図15のステップ(4)で、有機溶剤等でレジスト20を現像すれば、レジストパターン20aが得られる。次に、図16のステップ(5)において、フォトリソ技術を用い、レジストパターン20aをマスクにして基板裏面の酸化膜3をエッチングし、エッチング用マスクパターン3bを形成した後、ステップ(6)で、不必要になったレジストパターン20aを除去する。基板裏面に形成されたエッチング用マスクパターン3bでは、図1のガラスマスク21上のエッチングパターン21aと同一の矩形開口部3cがアライメントされている。図17のステップ(7)において、マスクパターン3bを用い、(100) Siウエハ1に対してKOH溶液等で異方性エッチングを行い、穴4bを形成する。

【0013】図20は、図17のステップ(7)のエッチング部分の拡大断面図である。前記文献に記載されているように、図1に示すエッチングパターン21a、即ちエッチング用マスクパターン3bの矩形開口部3cのアライメント角度 $\theta$ を、例えば $20^\circ \sim 45^\circ$ の範囲内で適当に変えてやれば、(100) Siの異方性エッチングは、図20に示すように、該マスクパターン3bの下にまわり込んで進行する。例えば、角度 $\theta = 24^\circ$ とすれば、深さ方向のエッチング量Dと該マスクパターン3b下へのまわり込み量Uの間には、 $U/D \approx 1.77$ の関係が成り立つ。このようにしてエッチング用マスクパターン3b下に穴4bを形成した後、図17のステップ(8)で、フォトリソ技術を用いて、該穴4bに位置するマスクパターン3b上に、Au等の下部電極5を選択的に形成し、その上に、図18のステップ(9)で、ZnO等の圧電薄膜6を形成し、さらにその上に、ステップ(10)で、Au等の上部電極7を形成する。最後に、図19のステップ(11)で、(100) Siウエハ1をダイシングして複数の(100) Si基板1aに分離する。図21は、図19のステップ(11)のエッチング部分における平面及び断面を示す拡大図である。図20に示すように、深さ方向のエッチング量Dとエッチング用マスクパターン3b下へのまわり込み量Uの間には、 $U/D \approx 1.77$ の関係が成り立つ。そのため、

(100) Siウエハ1の裏面に形成したエッチング用マスクパターン3bに、図21(a)の平面図に示す矩形開口部3cを形成しておけば、図21(b)のA1-A2線断面図、及び図21(c)のB1-B2線断面図に示すような構造を持つ圧電薄膜振動子が形成できる。下部電極5及び上部電極7と圧電薄膜6を形成するためのエッチング用マスクパターン3bのいわゆる「橋」の幅を例えば $300\mu\text{m}$ にするには、図20においてまわり込み量 $U = 300/2 = 150\mu\text{m}$ 、従って深さ方向のエッチング量 $D = U/1.77 = 150/1.77 \approx 85\mu\text{m}$ となる。なお、角度 $\theta$ の値は $24^\circ$ に限定され

ず、圧電薄膜振動子の寸法によって、例えば $20^\circ \sim 45^\circ$ の範囲で、適宜0でない値を選ばばよい。

【0014】以上のように、本実施例では、異方性エッチング用マスクパターン3bの矩形開口部3cの一边が、(100) Siウエハ1の(110)軸と $0^\circ$ でない適当な角度 $\theta$ (例えば、 $20^\circ \sim 45^\circ$ )をなすように該マスクパターン3bを形成したので、異方性エッチングの該マスクパターン3b下へのまわり込みが生じ、従来のような犠牲膜を形成することなしに、(100) Siウエハ片面だけのフォトリソ工程で、容易に圧電薄膜振動子を形成できる。なお、本発明は上記実施例に限定されず、例えば、図15～図19の製造プロセスにおいて、上記実施例以外の他の材料を用いたり、それに応じて他のプロセスを付加したり、あるいは製造すべき圧電薄膜振動子を図2や図21以外の構造に変更する等、種々の変形が可能である。

【0015】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明よれば、異方性エッチング用マスクパターンにおける矩形開口部の一边が(100) Siウエハの(110)軸と $0^\circ$ でない適当な角度をなすように該マスクパターンを形成し、それを用いて異方性エッチングを行うようにしている。そのため、異方性エッチングのマスクパターン下へまわり込みが生じ、従来のような犠牲膜を形成することなしに、ウエハ片面だけのフォトリソ工程という簡単な製造プロセスで、容易に圧電薄膜振動子を形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の(100) Siウエハの結晶軸とガラスマスク上のエッチングパターンとの位置関係を示す図である。

【図2】従来の圧電薄膜振動子の一構成例を示す断面構造図である。

【図3】従来の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図4】従来の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図5】従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図6】従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図7】従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図8】従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図9】従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図10】従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図11】従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスを

10

20

30

40

50

示す図である。

【図12】従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図13】図5のステップ(3)における(100) Si ウエハの結晶軸とガラスマスク上のエッチングパターンとの位置関係を示す図である。

【図14】図6のステップ(7)でのエッチング部分の拡大断面図である。

【図15】本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図16】本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図17】本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図18】本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

【図19】本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセスを示す図である。

セスを示す図である。

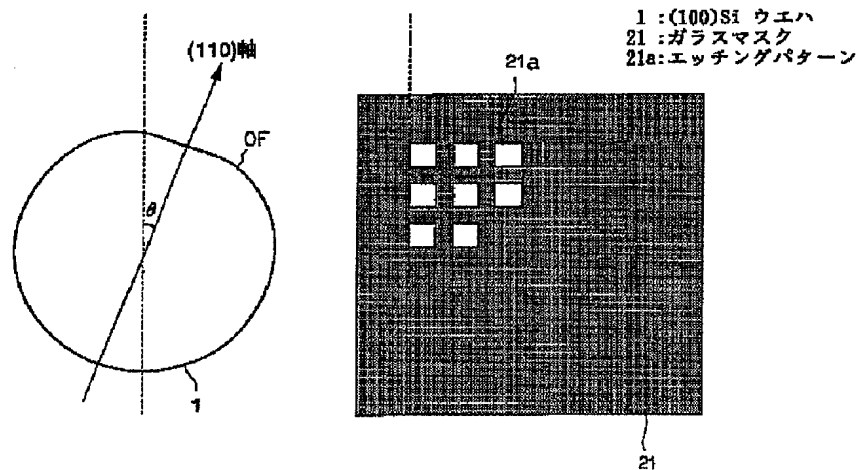
【図20】図17のステップ(7)のエッチング部分の拡大断面図である。

【図21】図19のステップ(11)のエッチング部分の平面及び断面を示す拡大図である。

【符号の説明】

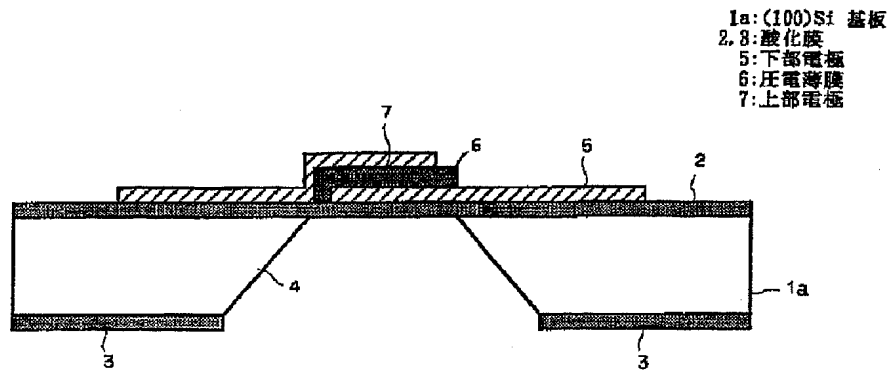
1	(100) Si ウエハ
1 a	(100) Si 基板
2, 3	酸化膜
10 3 b	エッチング用マスクパターン
3 c	矩形開口部
4 b	穴
5	下部電極
6	圧電薄膜
7	上部電極
2 1	ガラスマスク
2 1 a	エッチングパターン

【図1】



本発明の実施例の(100)Si ウエハの結晶軸とエッチングパターンとの位置関係

【図2】



従来の圧電薄膜振動子の断面構造

【図3】

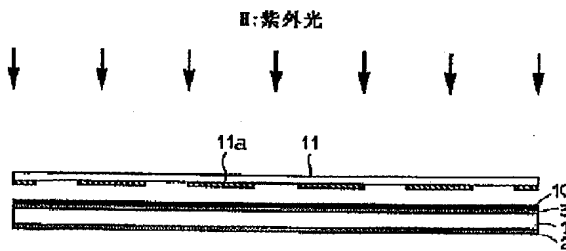
(1) 酸化膜形成



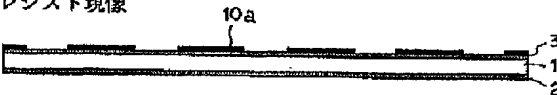
(2) レジスト塗布



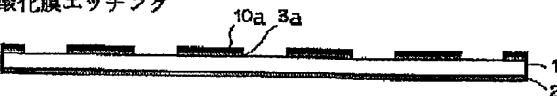
(3) エッチングパターン露光



(4) レジスト現像



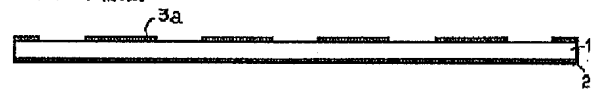
(5) 酸化膜エッチング



従来の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図4】

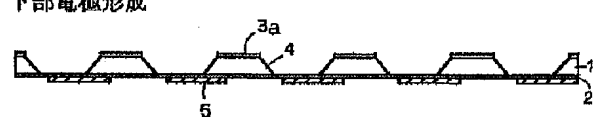
(6) レジスト除去



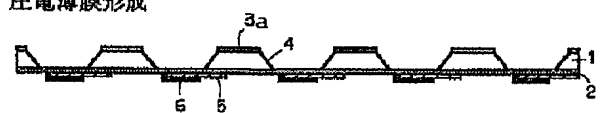
(7) 異方性エッチング



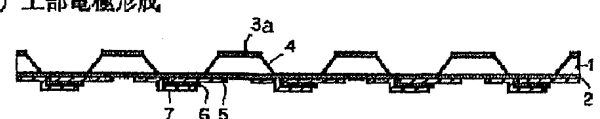
(8) 下部電極形成



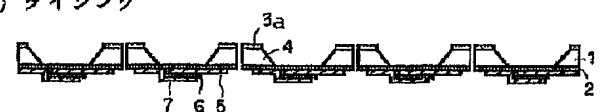
(9) 圧電薄膜形成



(10) 上部電極形成



(11) ダイシング



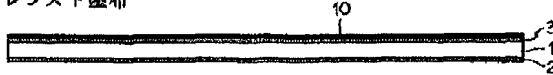
従来の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図5】

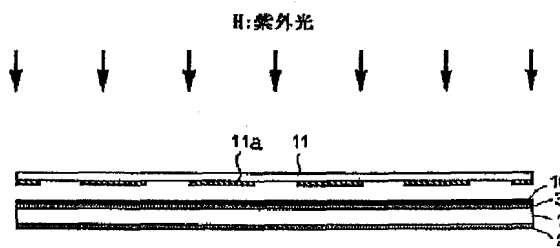
(1) 酸化膜形成



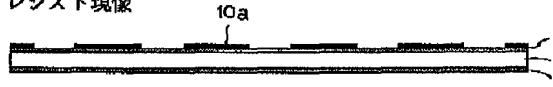
(2) レジスト塗布



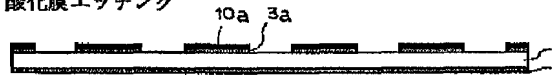
(3) エッチングパターン露光



(4) レジスト現像



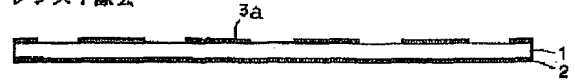
(5) 酸化膜エッチング



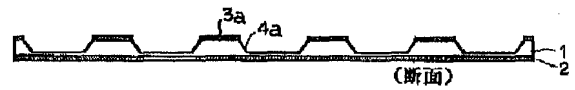
従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図6】

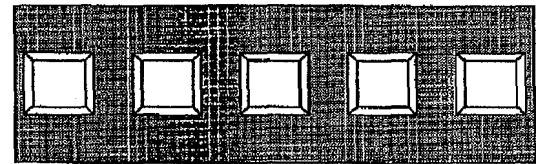
(6) レジスト除去



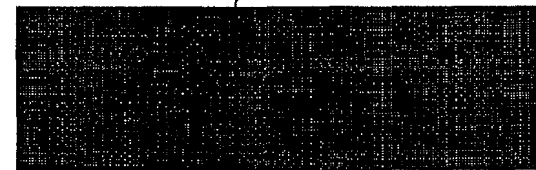
(7) 異方性エッチング



(断面)

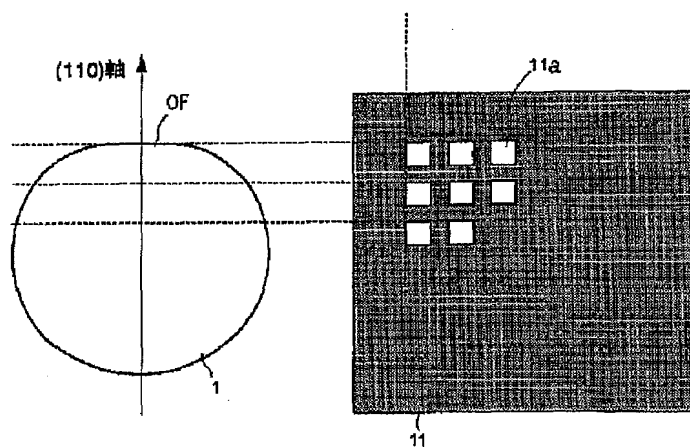


(8) 犠牲層形成



従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図13】

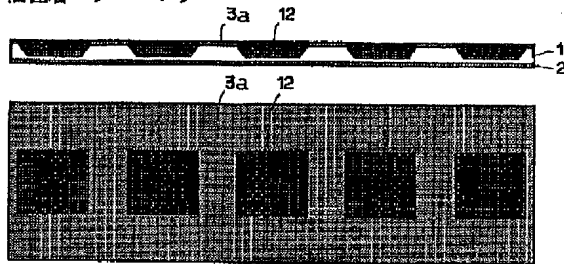


従来の(100)Si ウエハの結晶軸とエッチングパターンとの位置関係

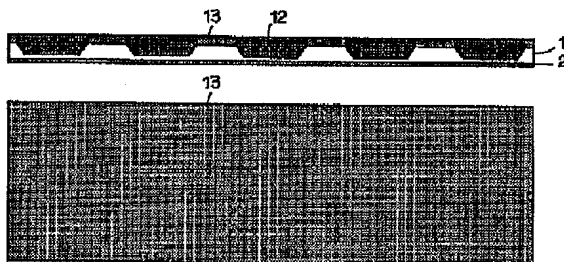


【図7】

(9) 犠牲層パターニング



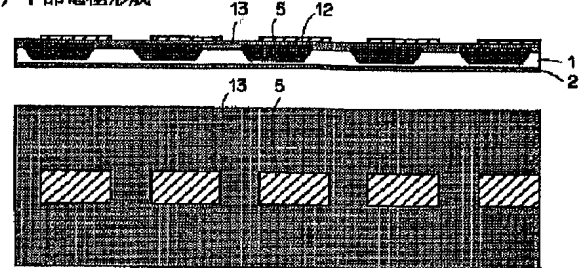
(10) 酸化膜形成



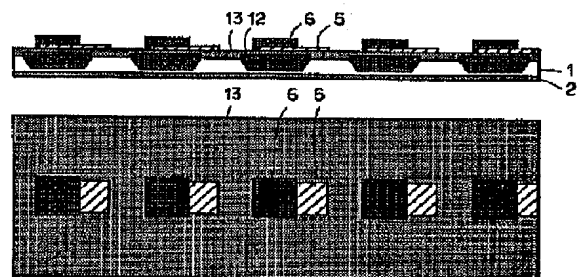
従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図8】

(11) 下部電極形成



(12) 圧電薄膜形成



従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図14】

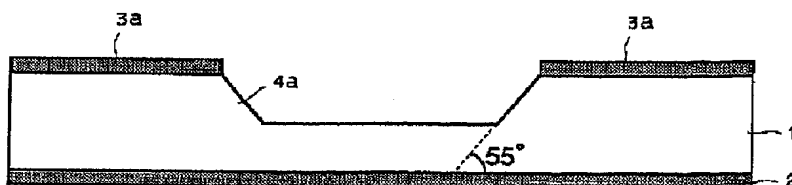
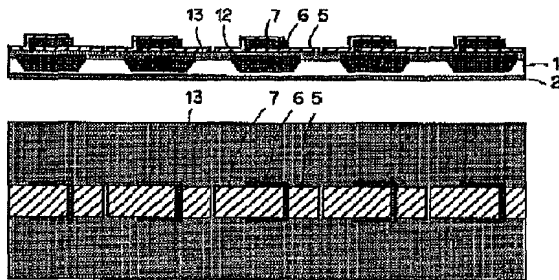


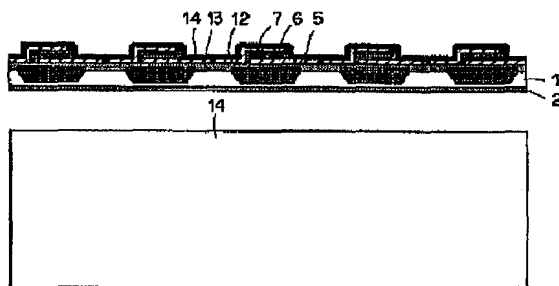
図6 (7) のエッチング部分の断面

【図9】

(13) 上部電極形成



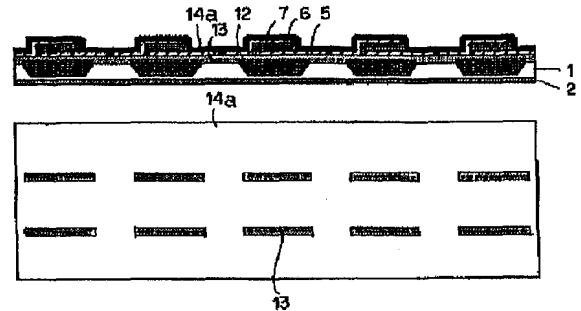
(14) レジスト塗布



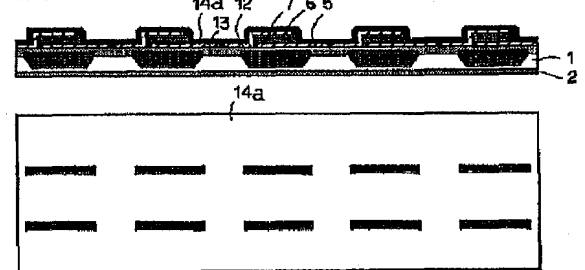
従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図10】

(15) レジストパターンニング



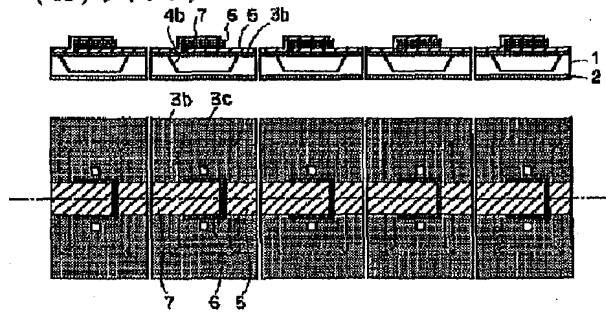
(16) 酸化膜エッチング



従来の他の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図19】

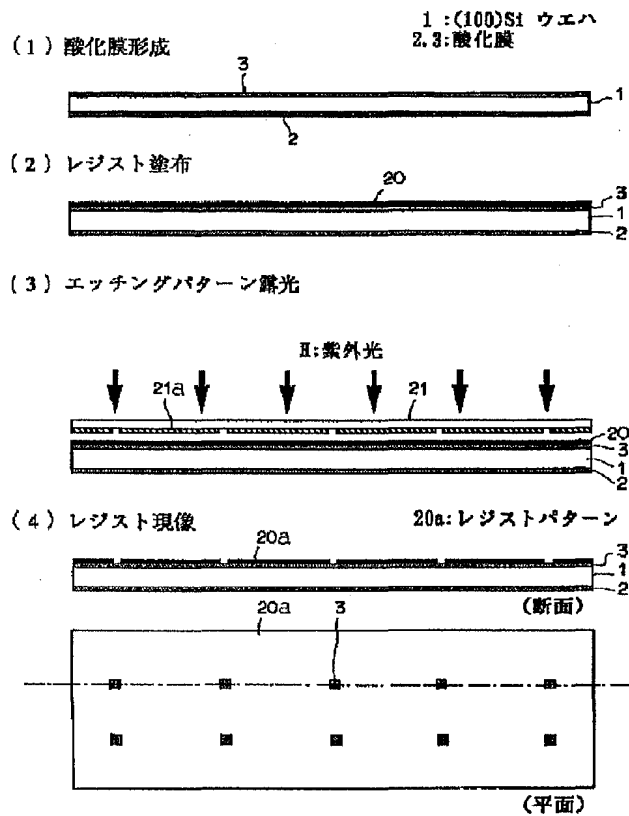
(11) ダイシング



本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセス

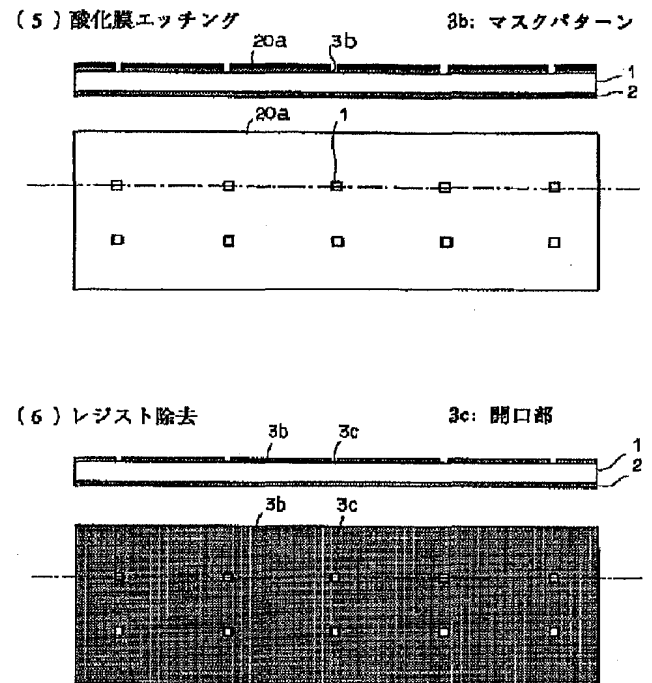


【図15】



本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図16】



本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図21】

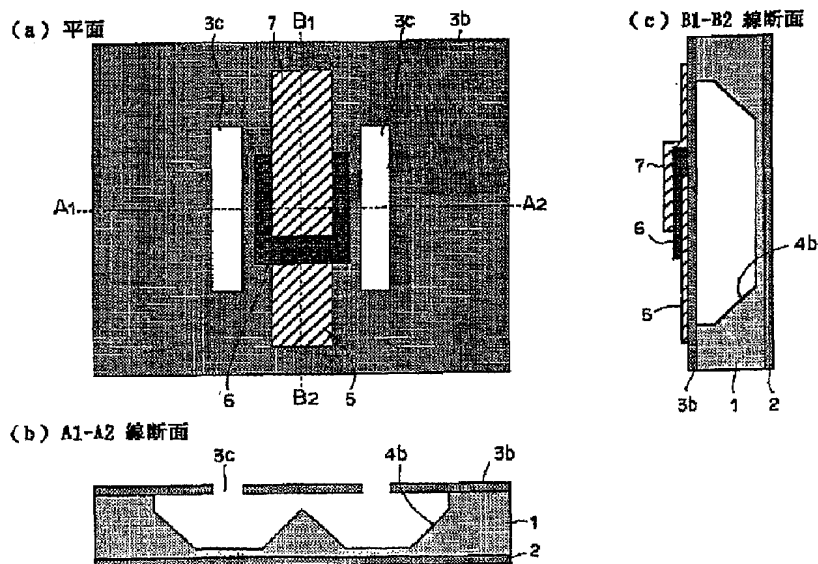
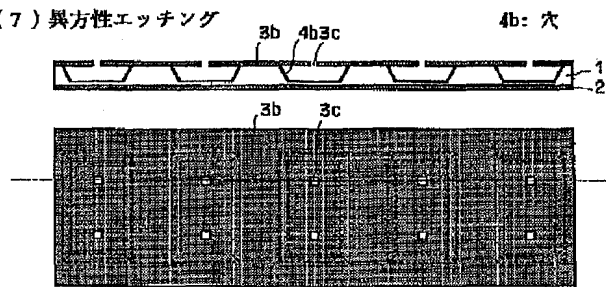


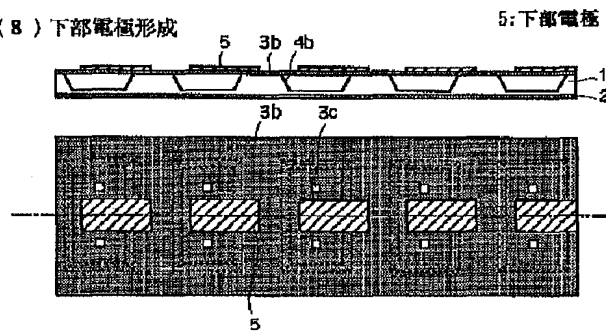
図19 (11) のエッチング部分

【図17】

(7) 異方性エッチング



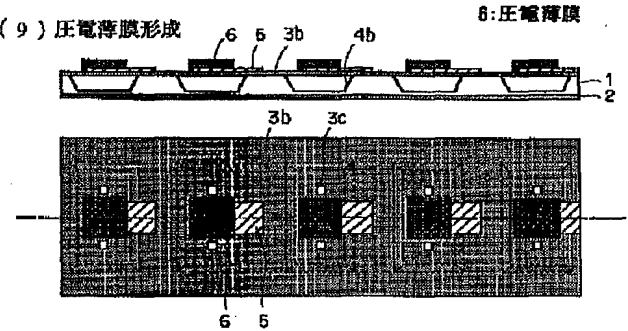
(8) 下部電極形成



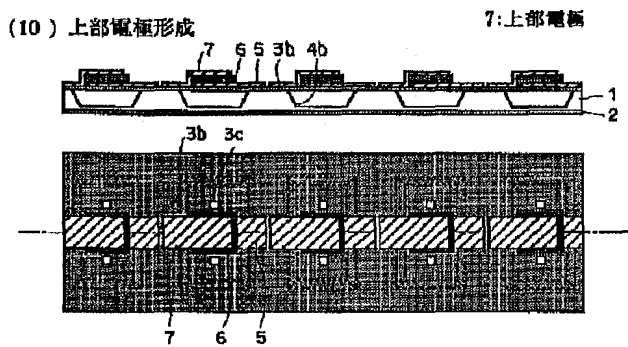
本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセス

【図18】

(9) 圧電薄膜形成



(10) 上部電極形成



本発明の実施例の圧電薄膜振動子の製造プロセス

フロントページの続き

(72)発明者 坂本 信義  
 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
 工業株式会社内